Bulletin officiel n° 3113 du 28/06/1972 (28 juin 1972)
Arrêté du ministre des travaux publics et des communications n° 487-72 du 24/04/1972 (24 avril 1972) fixant le gramme et le régime des examens pour l'obtention de la licence de pilote désigne (avion).

Le Ministre des Travaux publics et des Communications,
Vu le décret n° 2-61-161 du 7 safar 1382 (10 juillet 1962), notamment son article 34 ;
Vu l'arrêté du ministre des travaux publics et des communications n° 738-69 du 2 février 1970 relatif aux licences et qualifications du personnel aéronautique, tel qu'il a été modifié, notamment ses articles 4, 5 et 24 ;
Sur proposition du directeur de l'air,

Arrête :

Article Premier : L'examen exigé pour l'obtention de la licence de pilote de ligne avion comprend des épreuves théoriques et des épreuves pratiques en vol. La consistance des épreuves et le programme des connaissances demandées sont précisées dans l'annexe du présent arrêté.

Article 2 : La commission d'examen pour la licence de pilote de ligne avion sera composée comme suit :
Le chef du service de l'aéronautique civile, président ;
Le chef de la division opérations aériennes, au service de l'aéronautique civile, membre ;
Le chef du bureau de la formation aéronautique de la direction de l'air, membre ;
Le directeur du personnel navigant technique de la Royal Air Maroc ou son représentant, membre.

Article 3 : Epreuves théoriques.
Les épreuves théoriques sont subies avant les épreuves pratiques. Les candidats ont la possibilité de se présenter aux épreuves théoriques de deux manières différentes :

1° Ils peuvent se présenter au cours d'une même session à l'ensemble des épreuves prévues.
2° Ils peuvent se présenter successivement à l'un des trois certificats définis en annexe dans un ordre quelconque.

Les candidats déclarés reçus à l'ensemble des épreuves théoriques ou ayant obtenu les trois certificats mentionnés ci-dessus dans une période inférieure à six ans reçoivent de la commission d'examen un certificat d'aptitude.

Article 4 : Epreuves pratiques en vol.
Pour être admis à se présenter aux épreuves pratiques en vol, le candidat doit être titulaire du certificat d'aptitude visé à l'article 3.
Les épreuves pratiques en vol sont passées sur un avion multimoteur répondant aux conditions techniques exigées pour le vol IFR d'une masse maximum autorisée, au moins égale à 20.000 kilogrammes et dont le choix est approuvé par la commission d'examen ; elles ont lieu en présence d'un examinateur choisi par le président de la commission sur la liste des examinateurs agréés et d'un instructeur choisi par l'organisme qui a préparé le candidat à ces épreuves.
Un certificat d'aptitude est délivré au candidat ayant satisfait aux épreuves en vol. Ce certificat a une validité de six mois.
Un candidat peut se présenter plusieurs fois aux épreuves en vol. Aucune durée minima n'est fixée à priori entre, deux tentatives, mais le président de la commission peut déclarer irrecevable la demande d'un candidat qui, ayant précédemment échoué, ne se serait pas suffisamment entraîné depuis lors.

Article 5 : La direction de l'air est chargée de l'organisation des examens théoriques et pratiques ; à ce titre, elle reçoit les candidatures, fixe la date des examens et assure la convocation des candidats.

Article 6 : Le directeur de l'air est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Bulletin officiel.

Rabat, le 24 avril 1972.
Abdellatif Ghissassi.

Annexe portant réglementation des examens
pour l'obtention de la licence de pilote de ligne (avion).

Titre Premier : Epreuves théoriques

Article Premier : Consistance des épreuves.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté les candidats peuvent se présenter au cours d'une même session à l'ensemble des épreuves. Les coefficients de chacune des matières et les durées des épreuves sont alors fixés comme suit :

Matières	Ecrit		Oral Coefficient
	Durée	Coefficient	
1 Navigation	3 h	5	3
2 Opérations	3 h	6	
3 Aérotechnique			5
4 Météorologie	3 h	4	
5 Anglais			3
6.Economie et droit du transport aérien	3 h	3	

Pour être reçu aux épreuves théoriques de la licence de pilote de ligne, la moyenne des notes de l'ensemble écrit et oral doit être supérieure ou égale à 10 sur 20.
Toute note intérieure à 7 sur 20 est éliminatoire, dès l'écrit.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté les candidats peuvent se présenter successivement aux trois certificats suivants :

Certificat A.- II comporte :
Un examen écrit de navigation d'une durée de 3 heures et de coefficient 5.
Un examen oral de navigation de coefficient 3.
La moyenne exigée est de 10 sur 20 sur l'ensemble écrit oral.
Une note inférieure à 7 sur 20 est éliminatoire dès l'écrit.
Une note supérieure ou égale à 12 sur 20 à l'épreuve écrite dispense de l'épreuve orale.

Certificat B.- II comporte :
Un examen écrit d'opérations d'une durée de 3 heures et de coefficient 6.
Un examen oral d'aérotechnique de coefficient 5.
La moyenne exigée est de 10 sur 20 sur l'ensemble écrit-oral.
Toute note inférieure à 7 sur 20 est éliminatoire, dès l'écrit.

Certificat C. II comporte :
Un examen écrit de météorologie d'une durée de 3 heures et de coefficient 4.
Un examen écrit d'économie et droit du transport aérien d'une durée de 3 heures et de coefficient 3.
Un examen oral d'anglais de coefficient 3.
La moyenne exigée est de 10 sur 20 sur l'ensemble écrit-oral.
Toute note inférieure à 7 sur 20 est éliminatoire, dès l'écrit.

Les candidats ayant présenté au cours d'une même session l'ensemble des épreuves théoriques et n'ayant pas obtenu le certificat d'aptitude aux épreuves théoriques peuvent recevoir les certificats A, B ou C s'ils remplissent les conditions requises au 2e pour leur délivrance.

Article 2 : Programme des connaissances exigées.

1 Navigation
1.1 Généralités, le globe, les cartes, les routes.
1.1.1 Le globe terrestre.

Notions sur le géoïde, l'ellipsoïde, la sphère terrestre.
Repères fondamentaux : coordonnées géographiques, verticale apparente, latitude géocentrique.
Angle à la verticale.
Variation de la minute d'arc d'un parallèle avec la latitude, mesures des distances sur la sphère.
Erreurs commises par la substitution de la sphère à l'ellipsoïde (notions)
Orientation : système de référence passage d'un système à un autre.

1.1.2 Les cartes aéronautiques.
Définition des propriétés des cartes (conformité, équivalence équidistance). Classification des canevas.
Echelle d'une carte.
Canevas Mercator direct. Propriétés. Latitude croissante.
Notions sur la représentation des cercles de la sphère.
Construction pratique et utilisation
Projection Mercator oblique et transverse. Utilisation.
Canevas conique conforme Lambert. Parallèle d'échelle minimale.
Expression permettant de déterminer la latitude de ce parallèle.
Propriétés. Construction pratique et utilisation.
Projection stéréographique polaire. Construction pratique et utilisation.
Projections gnomoniques. Aspect des canevas et principe de leur construction. Propriétés.

1.1.3 Les routes.
Loxodromie Propriétés et éléments. Formules de l'estime.
Résolution des problèmes de l'estime par tracés sur cartes Mercator, Lambert, stéréographie polaire directe.
Formules de l'estime résolues par graphiques, calculs.
L'orthodromie. Propriétés et éléments. Convergence des méridiens sur la terre et correction de Givry : définition et calcul.
Détermination des éléments de l'orthodromie par le calcul.
Notions sur l'utilisation d'une table en usage pour les déterminer.
Convergence des caries et demi-convergence (pseudo-correction de Givry). Représentation et tracé de l'orthodromie sur les cartes Mercator, Lambert, stéréographique polaire directe.
Problèmes posés dans les régions polaires : but et avantages d'une grille, utilisation ; utilisation du compas gyroscopique :
Précession, corrections à effectuer pour suivre soit une orthodromie, soit la ligne droite sur la carte.
Extension de la grille à des régions non polaires. Cartes comportant une grille.

1.2 Navigation Estimée.
Résolution du triangle des vitesses et des problèmes usuels de l'estime- rayon d'action, points critiques-problèmes de recherche.
Principes généraux des plateaux et cercles calculateurs.
Utilisation pour les résolutions des problèmes de l'estime.

Diverses incertitudes de l'estime et moyens pratiques de les réduire. Surfaces d'incertitude, usage possible.
1.3 Navigation radio-électrique.
Différents lieux radioélectriques. Relèvement pris à bord ou du sol- lieux de distance- lieux hyperboliques.
Utilisation pratique sur carte Mercator, carte Lambert et carte stéréographique polaire directe.

1 4 Navigation radio-Altimétrique.
Utilisation des sondeurs aériens pour la détermination de la pression barométrique, du gradient, de pression sur la route suivie et de la dérive isobarique : P.L.O.P.
Choix des trajectoires (routes et altitudes) par estimation de la situation isobarique : route de temps minimum, trajectoire à correction de dérive constante composante du vent suivant une direction.

1.5 Navigation Astronomique.

1.5.1 Notions de Cosmographie.
Classification des astres, généralités sur les mouvements réels des corps célestes. Définitions sphère locale, apparente et vraie ; sphère céleste, horizons apparent et vrai, coordonnées horizontales, horaires et équatoriales des astres.
Passage d'un système de coordonnées à l'autre, triangle de position.
Matérialisation de ces notions par la connaissance de l'Astro-compas. Mouvements apparents des corps célestes. Lois du mouvement diurne, phénomènes diurnes.
Coordonnées écliptiques, précession des équinoxes.
Angle sidéral, horloge sidérale, relations horaires, applications. Mouvements apparents du soleil, saisons, vicissitudes locales des jours et des nuits. Année tropique, année sidérale, jour vrai, jour civil, jour sidéral.
Mesure du temps, temps moyen, temps civil, heure légale, fuseaux horaires. Changement de date en un lieu et sur l'ensemble de la sphère terrestre.
Calendrier.
Connaissances élémentaires des mouvements des planètes (lois de Kepler), des mouvements réels et apparents de la lune. Phases. Révolution synodique.

1.5.2 Navigations astronomique.
Signaux horaires. Les éphémérides aéronautiques : description et usage.
Utilisation pratique d'au moins un type de sextant aéronautique.
Corrections des hauteurs.
La résolution du triangle de position par le calcul.
Usage des tables de hauteurs et d'azimuts. La connaissance pratique d'au moins une table sera exigée.
Circonstances favorables à l'observation de l'azimut.
Contrôle du compas par l'astro-compas ou le sextant périscopique. Latitude par la polaire.
Cercle de hauteur, droite de hauteur, calcul de leurs éléments. Utilisation : tracé de la droite de hauteur sur les cartes par méthode usuelle. Détermination du point par droites de hauteur. Erreurs dont sont entachées les droites de hauteur, surfaces d'incertitudes et moyens de les réduire.
Identification d'un astre observé.
Notions sur les astro-traqueurs.
Notions sur la navigation par satellite.

1 6 Navigation par Inertie.
Principe-plateforme de Schûler.
Gyroscopes et accéléromètres.
Calculateur
Utilisation-erreurs.

1.7 Aménagements et documents de vol.
Installation de navigation à bord d'un aéronef.
Choix des instruments et documents appropriés au voyage à entreprendre.

2. Opérations

2.1 Limites d'utilisation.

2.1.1 Notions sur la réglementation OACI, sur la réglementation nationale concernant la navigabilité et les conditions techniques d'emploi (annexes 6 § 8 de l'OACI - Méthodes acceptables de conformité - Réglementation marocaine).
Notions sommaires sur les règlements étrangers.
Notions sur l'évolution prévisible des règlements de navigabilité (performances et qualités de vol) en particulier en ce qui concerne les avions de formule aérodynamique nouvelle (aile delta, géométrie variable).

2.1.2 Limitation de structure.
Poids maximal au décollage. Poids maximal à l'atterrissage.
Diagramme de vol en manœuvres et en rafales, vitesses de calcul.
Vitesses de Mach limites.

Poids maximal sans carburant.
Autres limitations de structure : altitude, rayon de virage au sol, fatigue de structure

Limitations au décollage.

a) Aspect performances

Avions conventionnels……..	Turbomachines
(groupe moto-propulseur à hélice…….	(groupe turboréacteur)
Vitesse de décrochage ……..	Vitesse de cabrage
Vitesses minimales de contrôle…….	Vitesse de déjaugeage
Vitesse critique …….	Vitesse de décollage

Vitesse de sécurité au décollage.

Distance de mise en vitesse ……...	Distance de roulement au sol
Distance de décollage ……	Distance de décollage

Distance Accélération-Arrêt.
Performances ascensionnelles exigées, trajectoire d'envol.
Méthode des segments. Méthode continue.

b) Paramètres opérationnels de décollage.
Altitude, pente longitudinale de la piste, nature et état de la piste, température, température critique, vent, humidité, point et vitesse critiques, choix (pour les turbomachines) du rapport K = V2/VS, braquage des volets hypersustentateurs, poids de l'avion ; notions sur l'influence du centrage, les fusées d'appoint, la géométrie variable.

c) Présentation des performances.
Performances classiques ou équilibrées.
Performances non classiques (distances associées).

d) Trajectoire d'envol, survol des obstacles un moteur en panne.
Trajectoire brute (avions conventionnels).
Trajectoire nette pénalisée (turbomachines).

e) Aspect - exploitation.
Pistes classiques et non-classiques (prolongements occasionnellement roulables - Prolongements dégagés d'obstacles). Longueurs de piste, de bande roulable, de bande de décollage - Notions sur le principe de la piste classique équivalente - Tracé d'envol, décompte des obstacles à envisager - Marges de survol.

f) Détermination de la limitation en poids en fonction des performances exigées et des restrictions dues à l'infrastructure.
Consignes d'utilisation en découlant.

g) Autres limitations.
Décollage par vent de travers.
Procédure anti-bruit.

4 Limitations en croisière.
a) Aspect performance.
Performances exigées en croisière, panne de un ou de deux moteurs.

Paramètres opérationnels en croisière.
b) Aspect exploitation et détermination d'une limitation de poids.
Obstacles à envisager, altitude de sécurité, marges de franchissement.
Règle des 90 mn.
Survol des obstacles en palier, en descente (méthode de Down-Hill rule).
Limitations à l'atterrissage.

a) Aspect de performance.
Vitesse de référence, vitesse d'approche.
Distance d'atterrissage.
Performances ascensionnelles exigées en approche et à l'atterrissage en cas de remise des gaz.

b) Paramètres opérationnels à l'atterrissage.
c) Aspect exploitation et détermination d'une limitation en poids.
Longueur utilisable (seuils décalés).
Trouées d'atterrissage.
Longueurs utiles de piste (terrain de destination ou de dégagement).

2.1.6 Devis de poids - Centrage.
Devis de poids : valeur du document, synthèse des limitations, poids de base, équipements permanents, variables, poids en opérations, limitation utile, charge offerte, charge transportée, poids forfaitaires.
Centrage : limites avant et arrière, détermination de la position du centre de gravité par le calcul, par les abaques (méthode de l'index).
Plan de chargement, arrimage.

2.2 Méthodes d'exploitation.

2.2.1 Définitions des facteurs conditionnant l'exploitation délestage, réserves de carburants.
Consommation horaire, consommation distance, rayon d'action spécifique.

2.3.2 Phases de vol.
Montée : lois de montée en exploitation.
Croisière.
Choix des altitudes (croisière ascendante pour les turbo-machines).
Séquences de puissance (avions conventionnels), régime à consommation distance minimale (maxirange), régime à consommation distance optimale (long-range), croisière économique, croisière normale et rapide, détermination des différents régimes à l'aide des graphiques.
Technique d'emploi (turbomachines).
Croisière ascendante, exploitation en Mach.

Régime à consommation distance minimale (maxirange, Mach variable).
Régime à consommation distance optimale (long-range, Mach variable).
Régime à Mach constant.
Insister sur l'influence du poids sur la consommation.
Descente : lois de descente en exploitation.
Réserves : d'attente, de route, de dégagement, quantité minimale de carburant pour dégager.
Influence du vent sur le choix des vitesses optimum.

2.2.3 Rendement commercial.
Vitesse commerciale - Variation de la charge en fonction de distance - Volume et potentiel de transport.
Influence du rendement commercial sur le choix des régimes de vol.

2.2.4 Préparation du vol.
Préparation à long terme. Notions sur l'élaboration et la pratique du manuel d'utilisation et manuel de ligne (manuel d'exploitation).
Préparation à court terme. Plan de vol technique. Graphique de route. Synthèse des limitations. Devis de poids. Détermination du centrage.

2.2.5 Exécution du vol.
Mise en service de l'avion au sol : tractage, ravitaillement en carburant, groupe de démarrage.
Prise en charge de l'appareil : notions sur les tolérances en courrier.
Généralités sur les listes de vérification de service (check listes).
Suivi du vol.
Panne d'un ou deux moteurs, déroutement, vidange en vol. Panne de pressurisation, descente de secours.

2.3.Une décision du directeur de l'air fixera les types d'appareils sur lesquels peuvent porter les exercices.

3. Aérotechnique

3.1 Aérodynamique.

3.1.1 Notions sur les écoulements fluides.
Vitesse et pression statique en un point-vitesse de propagation d'un ébranlement - Ecoulement permanent - Ecoulement-turbulent - Viscosité nombre de reynolds. - Compressibilité. Equation de conservation de l'énergie ; équation de Bernoulli, pression totale pression cinétique - Equation de Saint-Venant température d'impact - Equation de constance de débit (équation de continuité).
Notions sur l'écoulement dans une tuyère (théorème-d'Hugonniot).
Notions sur les écoulements à grande vitesse : célérité du son nombre, de Mach, surface de discontinuité : cône de Mach, ondes de choc.
Ecoulements compressibles autour d'un profil. Mach critique. Mach limite. Ecoulement transsonique, écoulement supersonique traînée d'onde, influence du nombre de Mach sur la position du centre de poussée.

3.1.2 Forces aérodynamiques sur un corps.
Circulation. Couche limite. Transition. Décollement.
Types d'écoulement à l'intérieur de la couche limite.
Les profils d'aile. Forme en plan de l'aile : allongement, flèche, dièdre. Profils et formes en plan de l'aile aux vitesses élevées.
L'aile de Prandtl : relation entre traînée induite, portance et allongement.

3.1.3 Matériels et moyens nécessaires, à l'expérimentation (notions).
Souffleries, balances, appareillages de mesure de pression, procédés de visualisation.

3.1 4 Etude expérimentale de l'action de l'air sur une voilure.
Exploitation du champ de pression. Forces aérodynamiques. Coefficients sans dimension Cx et Cz. Evolution des coefficients de traînée et de portance en fonction de l'incidence, de la courbures, du profil, de l'allongement, du nombre de Reynolds, du nombre de Mach. Polaire-d'Eiffel. Polaire de Lilienthal. Polaire de l'avion complet. Déformation de la polaire avec le nombre de Mach.

3.1.5 Hypersustentation.
Hypersustentateurs. Dispositifs de bord d'attaque. Dispositifs de bord de fuite. Divers types de volets. Dispositifs de contrôle et de régénérescence de la couche limite (aspiration, balayage). Influence sur les courbes (Cx, 1) («z, 1), et sur la polaire.

3.1.6 Freinage aérodynamique.
Divers dispositifs utilisés : aérofreins, spoilers, train, parachute, leur influence sur la polaire.

3.1.7 L'hélice. Théorie de l'élément de pale.
Action de l'air sur une section de pale. Examen de divers modes de fonctionnement de l'élément de pale : fonctionnements hélice propulseur, hélice frein, hélice moulinet (aéromoteur), hélice réversible, hélice en drapeau.
Coefficients caractéristiques de l'hélice : t (traction) x (puissance absorbée), n (rendement propulsion), évolution de ces coefficients en fonction du paramètre de similitude des hélices. Intérêts de l'hélice à calage variable et à régime constant.
Notions sur les hélices carénées.

3.2. Mécanique du vol : performances, mouvements du centre de gravité.

3.2.1 Choix des axes de référence.
Trièdre de définition lié à l'avion. Trièdre de référence lié à la vitesse. Hypothèses simplificatrices du calcul des performances.
Vol stabilité : aucune accélération (excepté pour le virage, la ressource, l'atterrissage et le décollage).
Vol symétrique.

Traction ou poussée des propulseurs dirigés selon la vitesse.

3.2.2 Vol horizontal (vol rectiligne symétrique en palier uniforme).

3.2.2.1 Equation de sustentation.
Equation de sustentation sous ses différentes formes : en fonction de la vitesse propre ou de l'équivalent de vitesse, en fonction du nombre de Mach (courbes Cz max M2,M).
Notion de domaine de vol limité par les phénomènes de décrochage. Cas de voilures subsoniques (profils épais) et des voilures supersoniques (profils minces).
Notion de plafond de sustentation : évolution du domaine de vol avec l'altitude et le poids de l'avion.
Domaine de vol étudié graphiquement dans un diagramme altitude-pression, nombre de Mach.

3.2.2.2 Equation de propulsion.
Résolution graphique des équations selon le mode de propulsion utilisé.
Moteurs à piston munis d'hélice à régime constant ; diagramme des puissances ; puissance utile, puissance nécessaire, point remarquable du vol au minimum de puissance, régimes de vol. Influence de l'altitude, plafond de propulsion. Influence du poids de l'avion.
Turboréacteurs : hypothèse de la poussée utile constante quelle que soit la vitesse. Diagramme des poussées :
poussée utile, poussée nécessaire. Point remarquable du vol au minimum de poussée nécessaire. Régimes de vol. Influence de l'altitude. Plafond de propulsion. Influence du poids de l'avion. Influence du nombre de Mach.

***N.B**. Diagramme des puissances dans le cas des réacteurs.*

3.2.2.3 Consommation spécifique. Consommation horaire.
Consommation distance. Endurance ou autonomie maximum.
Maxi - range ou rayon d'action maximum. Rayon d'action spécifique.
Moteurs à pistons : vol au minimum de puissance, autonomie maximum,
incidence de $\frac{Cz\ 3}{Cx\ 2}$ maximum, vol à la vitesse maximum, rayon d'action maximum,
influence du poids et de l'altitude sur les performances. Influence du vent.
Turboréacteurs : vols au minimum de poussée nécessaire (finesse maximum). Autonomie maximum.
Vol au maximum de $\frac{Cz\ 3}{Cx\ 2}$, rayon d'action maximum, influence de poids, de
l'altitude et de la température sur les performances. Vol de croisière : influence de la vitesse et du nombre de Mach sur la consommation. Notion de séquence de puissance.

3.2.3 Virage en palier stabilisé.

3.2.3.1 Notion de facteur de charge. Relation entre facteur de charge et inclinaison. Conséquences de l'apparition du facteur de charge sur l'équation de sustentation. Evolution du domaine de vol avec le facteur de charge. Conséquences de l'apparition du facteur de charge sur l'équation de propulsion.
Variation de la poussée et de la puissance nécessaire avec le facteur de charge pour conserver le palier lors de la mise en virage.
Variation de l'assiette dans les mêmes conditions.
Rayon et temps de virage.

3.2.3.2 Le vol en ressource : le facteur de charge en ressource. Cas particulier du cabrage ou de l'arrondi ; influence de l'effet de sol.

3.2.3.3 Le vol en atmosphère turbulente : le facteur de charge en rafale. Hypothèses sur la nature des rafales à considérer ; rafale à front raide et linéaire. Cas particuliers des rafales normales et longitudinales.

3.2.4. Vol en montée ou en descente.
Hypothèses du vol à faible pente n'entraînant aucune modification pour le problème de la sustentation (par rapport au vol en palier).

3.2.4.1 Etude du vol en montée selon le mode de propulsion.
Equation du vol à faible pente en termes de puissance.
Montée optimum selon le mode de propulsion. Montée à vitesse verticale maximum.
Montée à pente maximum. Points remarquables sur les courbes. Vitesses verticales en fonction de la vitesse horizontale (polaire des vitesses).

3.2.4.2 Sens de la variation de la vitesse verticale et de la pente en fonction : de la vitesse, du nombre de Mach, (influence de la compressibilité sur la montée des turboréacteurs), des paramètres moteurs du poids de l'avion, de l'altitude. Influence de la configuration (volets, train, aérofreins).
Turboréacteurs : calcul de la pente en fonction de la poussée, du poids et de la finesse. Notions sur l'influence de la température.

3.2.5. Décollage et atterrissage.
3.2.5.1 Notions sur le roulage au sol. Réactions du sol. Coefficient de roulement sans freinage.

3.2.5.2 Notions sur le freinage. Coefficient de freinage maximum.

3.2.5.3 Notions sur le choix de l'incidence donnant la meilleure accélération au roulage, au décollage, et la meilleure décélération à l'atterrissage selon le type et l'état de la piste.

3.2.5.4 Longueurs et temps de décollage. Calcul approché (seront considérés comme nuls : la traînée aérodynamique pendant le roulage à incidence nulle, le frottement de roulement et le temps nécessaire pour amener l'avion à l'Incidence de décollage).

3.2.5.5 Effets du vent de travers au décollage et à l'atterrissage, gradient de vent.

3.2.6 Configurations particulières. Notions.
Cas de vol hors du cadre des hypothèses explicitées en 3.3.1, vol non stabilisé. Décollage, approche, atterrissage.
Vol en atmosphère agitée. ,let-streams. Vol dissymétrique.
Notions. Vol avec panne de moteur.
Vol en virage glissé ou dérapé. Autorotation.

3.3. Mécanique du vol : qualités de vol. Mouvements autour du centre de gravité.

3.3.1 Stabilité statique longitudinale.

3.3.1.1 Foyer d'une aile. Etude dans le cas de l'aile volante. Moment de tangage. Coefficient sans dimension Cm/Cmo d'un profil d'aile à simple et à double courbure.
Incidence d'équilibre. Courbes (Cm, i) et Cm, Cz).
Notions sommaires et définitions de Cl (roulis), Cn (lacet), Cj (dérapage).
Aile volante : limites de centrage avant et arrière. Effet d'un changement de configuration ou de courbure.
Cas particulier de l'aile Delta (élevons).
Note : pour effectuer une démonstration, le candidat peut choisir soit les courbes (Cm, i) soit les courbes (Cm, Cz) soit la représentation vectorielle.

3.3.1.2 Etude pour l'avion complet.
Rôle de l'empennage horizontal. Incidence d'équilibre stable et instable. Effets du braquage de la profondeur, des volets, des aérofreins, des spoilers, d'une variation de poussée ou de traction des propulseurs.
Notion de point neutre. Limites de centrage avant et arrière. Centrage recommandé.
Maniabilité : courbes des efforts sur le manche en fonction de la vitesse, rôle du compensateur de profondeur ; importance de son réglage au décollage.

3.3.2 Stabilité statique transversale (notions).
Rôle de la dérive.

Absence de stabilité statique latérale.
3.3.3 Stabilité dynamique longitudinale (notions).
Oscillations longitudinales de courte et de longue période.
Oscillation d'incidence et oscillation phugoïde. Ordre de grandeur des périodes.

3.3.4 Stabilité dynamique transversale (notions).
Instabilité spirale et oscillatoire. Rôle du dièdre et de la flèche de la voiture. Rôle du drapeau de dérive. Evolution de l'effet dièdre avec l'incidence.

3.4 Compléments d'instruments de bord et pilote automatique.

3.4.1 Servomécanismes.
Principe des servomécanismes.
Eléments d'une chaîne d'asservissement.
Critères de stabilité. Applications.
1. Servomécanismes de position.

2. Servomécanismes de vitesse.

3.4.2 Centrales aérodynamiques : informations élaborées, organisation.

3.4-3 Compas gyrornagnétiques et compas polaires.
Principe.
Utilisation.

3.4.4 Pilote automatique.

3.4.4.1 Fonctions du pilote automatique sur un avion moderne.

3.4.4.2 Principe et diverses conceptions. Lois d'asservissement.

3.4.4.3 Réalisations.
Les détecteurs.
Les références.
Amplificateurs et servo-moteurs.

Indicateurs de charge-compensateur automatique.
Notions sur la synchronisation et sur les dispositifs de sécurité.

3.4.4.4 Principe du guidage.
a) A cap constant.

b) Sur route magnétique préaffichée (VOR localizer).

c) Sur faisceau ILS (localizer et glide) : notions sur l'atterrissage automatique.

Navigation à inertie.

Principe d'une plate forme à inertie.
Organisation du calculateur. Méthodes d'alignement.
Utilisation.

3.4.6 Les centrales gyroscopiques.
Principe.
Description.

3.4.7 Le directeur de vol (ILS Sperry).
Principe.
Description.
Utilisation.

3.4.8 Les instruments intégrés (ILS Sperry).
But.
Figuration.
Utilisation.
3.4.9 Le pilotage tête haute (notions).

4. Météorologie.

4.1 Généralités.

4.1.1 Brève description de l'atmosphère. Méthodes d'exploration.

4.1.2 Les transferts de chaleur dans l'atmosphère.

4.1.3 Troposphère, tropopause, stratosphère.

4.1.4 Composition de l'air.

4.1.5 Le géopotentiel.

4.2 Météorologie générale.

4.2.1 Le rayonnement.

Rayonnement solaire incident. Constante solaire.
Variations du rayonnement solaire reçu en fonction des paramètres géographiques et atmosphériques.
Rayonnement émis par la surface terrestre.
Absorption par l'atmosphère des rayonnements solaire et terrestre.
Bilan radiatif de l'atmosphère.

4.2.2 La température.
Repérage. Echelles. Conversions.
Variations en un point (variations diurne, annuelle, accidentelles).
Variation avec l'altitude. Gradient vertical de température.

Isothermie. Inversion.
Répartition des températures à la surface du globe.
Transformation adiabatique, température potentielle.
Représentation du champ de température. Lignes isothermes, surfaces isothermes.
Tropopause.

4.2.3 L'humidité.
Notions générales sur la physique de l'eau, changements d'état, sursaturation, surfusion.
Paramètres d'humidité : tension de vapeur, humidité relative, humidité absolue, rapport de mélange.
Equation d'état de l'air humide, température virtuelle. Transformations physiques de l'air humide.
Transformation isobare, température du point de rosée.
Transformation adiabatique, niveau de condensation adiabatique, transformation pseudo-adiabatique, température du thermomètre mouillé, température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé.
Représentation sur un diagramme aérologique : émagramme.
Mesure de l'humidité : hygromètres, psychromètres.

4.2.4 La pression atmosphérique.
Mesure et unités.
Variations locales diurnes et accidentelles.
Variations dans l'espace. Champ de pression, gradient de pression.
Représentation du champ de pression : cartes d'isobares, caries d'isohypses. Figures isobariques.
Variation avec l'altitude : formules barométriques, réduction à un niveau de référence.
Utilisation de l'émagramme pour évaluer l'altitude d'un niveau de pression.
Relation entre les surfaces isobares et la répartition des températures.

4.2.5 Le vent.
Définitions : composantes horizontale et verticale.
Unités. Conversions.
Mesure au sol. Vent synoptique, vent aéronautique.
Mesure en altitude.
Trajectoires et lignes de courant.

Mouvement de l'air par rapport à la terre, forces appliquées à une particule d'air.
Relations entre le vent et la pression. Vent géostrophique. Vent du gradient. Règles de Buys-Ballot.

Evaluation de la vitesse et de la direction du vent d'après une carte de surface isobare, utilisation d'abaques.
Variation du vent suivant la verticale. Relation avec la répartition des températures. Vecteur Vent thermique .
Vent au voisinage du sol, influence du frottement.

4.2.6 Stabilité verticale dans l'atmosphère.
Généralités. Définition de la stabilité et de l'instabilité de l'équilibre vertical d'une particule d'air.
Critères de stabilité :
Stabilité et instabilité absolues, instabilité conditionnelle.
Influence d'un soulèvement d'ensemble sur l'instabilité de l'équilibre dans une couche.
Stabilité et instabilité convectives :
Instabilité sélective.

4.3 Phénomènes atmosphériques généraux.
4.3.1 Nuages.
Classification internationale. Etages, genres variétés, Nébulosité. Mesure de la hauteur des nuages. Variations diurnes.
Conditions de vol dans les différents types de nuages.
Constitution physique des nuages. Nuages de gouttelettes, nuages de cristaux de glace, nuages mixtes.
Ordres de grandeurs. Rôle des noyaux de condensation et de congélation.

de formation : détente synoptique, convection, turbulence, soulèvement du au relief.
Utilisation d'un diagramme aérologique : base et sommet des nuages de convection, subsidence.
Traînées de condensation.

4.3.2 Visibilité, brouillard, brume.
Définitions de la visibilité météorologique et de la portée visuelle de piste. Visibilités horizontale, oblique et verticale.
Procédés de mesure (notions).
Définition du brouillard, de la brume.
Différents types de brouillard, processus de formation et dissipation.
Conditions géographiques et météorologiques favorables à leur formation.
Dissipation artificielle du brouillard (notions).
Brume sèche.

4.3.3 Précipitations.
Définitions et classification,
Mesures. Intensité des divers types de précipitations.
Répartition à la surface du globe.
Processus de formation. Pluie provoquée.
Importance aéronautique. Observation des précipitations au radar.

4.3.4 Givrage.
Définition. Intensité.
Processus de formation des différents types de givrage.
Gelée blanche.
Givre opaque.
Givre transparent (verglas).
Conditions météorologiques favorables au givrage.
Effets sur les aéronefs. Moyens de lutte.
Influence de l'écart entre les températures statique et dynamique sur le givrage pour les avions rapides.

4.3.5 Turbulence.
Définition.
Différents types de turbulence, dans les nuages ou en air clair.
Thermique (convection).

Dynamique (basses couches ; relief ; atmosphère libre).
Conditions météorologiques favorables aux différents types de turbulence.
Types de nuages indiquant une turbulence.
Effets de la turbulence sur les aéronefs.

4.3.6 Organes, grêle, foudroiement.
Etude physique, différents stades de l'évolution d'une cellule orageuse.
Différents types d'orages, thermiques, orographiques, frontaux ; grains.
Situations météorologiques associées.
Phénomènes dangereux pour l'aéronautique pouvant accompagner les nuages d'orage (grêle, foudroiement,- tornades et trombes), intensité, fréquence, localisation. Dommages causés aux avions.
Utilisation du radar de bord par situation orageuse.

4.4 Météorologie synoptique.

4.4.1 Circulation générale de l'atmosphère.
Répartition moyenne des pressions autour du globe (au niveau de la mer et en altitude).
Répartition moyenne des courants atmosphériques. : alizés, courants d'ouest des latitudes moyennes, courant d'est polaires. Schéma zonal, schéma méridien, nécessité des courants méridiens.
Influence thermique des continents : mousson.

4.4.2 Masses d'air.
Origine, évolution, trajectoires.
Classification. Propriétés aux différentes latitudes.

4.4.3 Fronts et perturbations frontales.
Front polaire, front intertropical.
Fronts temporaires : front arctique, front des alizés.
Notions sur la théorie norvégienne des perturbations frontales : fronts chaud, froid, occlus, évolution ; familles de perturbations ; représentation des fronts sur les cartes météorologiques.
Systèmes nuageux associés : évolution.
Variation des éléments météorologiques au passage d'une perturbation.
Conditions aéronautiques liées aux perturbations.
Observation par satellites.

4.4.4 Effets côtiers.
Brises de terre et de mer.
Brouillards et stratus côtiers.
Instabilité côtière.
Effets d'une côte sur l'activité d'une perturbation.

4.4.5 Effets orographiques.
Effets du relief sur les perturbations frontales.
Brises de montagne et de vallée, brises de pente.
Effet de Foehn.
Ondes de relief.
Description.
Conditions de formation.
Conséquences pour l'aéronautique : nuages, température, turbulence, givrage.

4.4.6 Caractères météorologiques des régions tropicales.
Anticyclones subtropicaux.
Cyclones tropicaux
Structure et évolution.
Répartition géographique et saisonnière.
Convergence intertropicale :

Divers aspects.
Déplacements saisonniers.
Ondes d'est.
Litho Météores :
Divers Types.
Conditions de formation.

4.4.7 Caractères météorologiques des régions polaires.
Définition climatique. Température. Précipitations. Vents. Nébulosité.
Caractères particuliers des masses d'air et de la circulation atmosphérique.

4.4.8 Courants Jets.
Définition. Localisation moyenne. Jet équatorial, jet subtropical, jet lié aux perturbations, jet stratosphérique polaire.
Structure et caractéristiques : gradients de vitesse du vent, gradients de température.
Phénomènes associés : nuages, turbulence, particularités de structure de la tropopause.
Variations annuelles et accidentelles.
Mise en évidence d'un jet sur les cartes de surfaces, isobares, sur la carte de tropopause.
Coupe verticale.

Importance aéronautique.

4.4.9 Cartes météorologiques. Pointage. Codes.
Cartes d'analyse de base. Cartes en altitude. Utilisation.
Fréquence d'établissement.
Symboles de pointage des observations. Lecture des cartes.
Utilisation par les centres de prévisions météorologiques spécialisés des observations météorologiques faites à bord, intérêt de ces observations, en particulier pour la définition à l'échelle aéronautique des caractéristiques de certains phénomènes de la circulation atmosphérique tels que les courants-jets pour la localisation de la turbulence en atmosphère claire, pour la détermination de l'altitude des sommets des nuages d'orages.

Codes chiffrés en vigueur, utilisés pour la transmission des observations et de certaines prévisions (la connaissance par coeur des codes ne sera pas exigée ; par contre, il pourra être demandé au candidat de traduire des messages à l'aide d'un tableau de codes qui lui sera fourni).

4.4.10 Notions générales sur la prévision du temps.
Echéances, méthodes. Cartes prévues, en surface et en altitude.

4.4.11 Interprétation des cartes utilisées dans les stations météorologiques aéronautiques.
Caractères de la situation générale d'après les cartes synoptiques en surface et en altitude :
Localisation des centres d'action et des principaux courants atmosphériques ;
Localisation, intensité et mouvement des perturbations.

4.4.12 Aspects météorologiques des techniques du vol isobare.
Détermination de la dérive à partir- des observations altimétriques.
Navigation à cap constant
Route à temps de vol minimum, brachistochromes.

4.5 Altimétrie barométrique.
Atmosphère type.
Altitude - Pression. Atmosphère réelle. Valeur de D.
Principe de l'altimètre barométrique.
Calages altimétriques : 1.013,2 millibars, QNH, QFE, QNE.

4.6 Assistance météorologique à la navigation aérienne.
Notions sommaires sur l'organisation nationale et internationale de la météorologie.
Utilisation des cartes synoptiques pour la préparation des vols.

Description et étude d'une situation météorologique.
Application à l'établissement d'une carte de temps, significatif, d'une coupe météorologique sur un trajet aérien donné.
Procédures d'assistance météorologique :
Avant le départ : documents composant le dossier de prévision de vol. Exposé verbal.
En vol : centres de veille météorologique. Messages destinés aux aéronefs en vol. Utilisation et diffusion des observations d'aéronefs. Codes correspondants en vigueur.
A l'atterrissage : renseignements fournis avant l'atterrissage.
Après l'atterrissage : exposé verbal.
Observations météorologiques spéciales effectuées en cas de mauvaises conditions atmosphériques.

4 7 Climatologie.
Classification des climats. Notions sommaires de climatologie aéronautique. Tableaux climatologiques O.A.C.I.
Utilisation de monographies d'aérodromes et de routes aériennes (notions).

5. Anglais.
L'examen d'anglais comporte deux épreuves distinctes :

La première doit permettre d'apprécier les possibilités du candidat à converser sur un sujet d'aéronautique en un anglais correct.
La seconde porte sur la phonologie plus spécialement utilisée en radiotéléphonie.

6. Economie et droit du transport aérien

6.1 Droit aérien et organisation de l'aviation civile.

6.1.1 Sources et cadre institutionnel.

6.1.1. Sur le plan international.
Les conventions internationales.
Les traités multilatéraux de droit public et de droit privé, notamment :
La convention de Chicago et les accords subséquents.
Les conventions de Varsovie et de Rome.
La convention sanitaire internationale. .
Les accords bilatéraux.
Les institutions internationales : l'O.A.C.I.

6.1.1.2 Sur le plan national.
La législation marocaine.
L'administration marocaine de l'aviation civile.

6.1.1.3 Réglementation et organisation corporatives.
L'I.A.T.A. et les accords intercompagnies.

6.1.2 Législation et réglementation applicables au Maroc en matière d'aviation civile.

6.1.2.Les règles relatives à la navigation aérienne.
Le personnel navigant, son statut, ses responsabilités.
Le commandant de bord. La discipline. Sanctions administratives et pénales en cas d'infraction.
L'aéronef.
L'infrastructure et notamment les aérodromes.

6.1.2.2 Les règles relatives au transport aérien.
Le transport aérien : service public.
Organisation et réglementations internes Royal Air Maroc.
La coordination des transports aériens.
Organisation et réglementation internationales.
Le transport aérien : activité commerciale.
Les règles qui régissent les rapports de l'exploitation avec les usagers ou avec les tiers :
Contrat de transport.
Responsabilité du transporteur.
Notions sur les assurances aériennes.

6.2 Economie du transport aérien.

6.2.1 Le transport aérien dans le monde.
Place et rôle du transport aérien dans la vie économique.

L'apport du transport aérien, sous ses diverses formes, à l'économie des transports.
Les moyens, matériels de mise en oeuvre du transport aérien : construction aéronautique et infrastructure (organisation, évolution, problème).

Les différentes formes du transport aérien (passagers, marchandises, mixte, régulier, occasionnel, à la demande).
Les caractéristiques du transport aérien par avion et par hélicoptère.
Les grands courants et les grands centres de trafic (évolution, perspectives d'avenir), structure et motivation de la clientèle.
Les grandes compagnies de transport aérien. Notions sur leur trafic et leurs résultats.
L'industrie marocaine de transport aérien : les grands centres de trafic.

6.2.2 L'économie du transport aérien.
Les comptes d'exploitation des compagnies aériennes.
Prix de revient.
Tarifs.

Titre II : Epreuves pratiques en vol.

Article 3 : Elles comportent une épreuve de maniabilité et une épreuve en ligne. Elles sont obligatoirement subies dans l'ordre indiqué et sur un avion dont le candidat possède la qualification de type ou remplit les conditions nécessaires à son obtention.

1. Epreuve de maniabilité
Décollages dont au moins un sous capote avec panne de moteur à V2.
Evolutions (virages, vol dissymétrique, changements de configuration, manœuvres de secours) avec ou sans capote.

Vol sous capote avec panne simulée d'un ou plusieurs instruments de contrôle du vol : évolutions comportant des changements de régime ou de configuration.
Matérialisation. Approche VFR dans diverses configurations.

Attentes et procédures d'arrivée sous capote : 2 arrivées ILS dont l'une avec remise de gaz sous capote, l'autre avec atterrissage à vue précédé éventuellement d'une approche indirecte.

2. Epreuve en ligne
Cette épreuve comporte un voyage IFR de deux heures au moins.
Les appréciations de l'examinateur porteront sur les points, suivants :

2.1 Préparation du vol.
Exploitation des renseignements météorologiques et des informations aéronautiques, établissement du plan de vol, vérification des documents de bord, préparation machines, devis de poids, centrage, calcul de carburant.

2.2 Exécution du voyage.
Pilotage en ligne.
Navigation.
Bonne exécution des réglages altimétriques.
Tenues des documents.
Procédures de radiotéléphonie en anglais.
Connaissance du manuel d'utilisation.
Connaissance des procédures de dégagement.
Connaissance de la réglementation.

3. L'épreuve de maniabilité est éliminatoire et doit obligatoirement être passée la première. En cas d'échec, le candidat n'est pas autorisé à passer la seconde épreuve en ligne.

4. A la suite des épreuves pratiques en vol le candidat est déclaré apte ou inapte par la commission.

Une décision du directeur de l'air précisera aux examinateurs les modalités d'application pratique des épreuves prévues.

i

NB Annexe portant réglementation des examens pour l’obtention de la licence de pilote de ligne (avion). Abrogé et remplacé voir arrêté N° 218-96